

# تأثیر ضریب تخلیه مجاز رطوبتی بر نیاز آبیاری و شاخص های گیاهی چمن در آبیاری قطره ای زیر سطحی

فروغ فاضل<sup>۱</sup>، مهدی قیصری<sup>۲\*</sup>، مرضیه محمدیان<sup>۳</sup> و نعمت اله اعتمادی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان gheysari@cc.iut.ac.ir

۳- دانشجوی آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۲۹

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۵

## چکیده

ضریب تخلیه مجاز رطوبتی از خاک با اثر گذاری بر تعداد آبیاری در دوره رشد به عنوان یک ابزار مدیریتی برای صرفه جویی مصرف آب قابل استفاده است. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر مقدار ضریب تخلیه مجاز رطوبتی بر دور آبیاری، میزان آب کاربردی و شاخص های رشدی و ریشه گیاه چمن در آبیاری قطره ای زیر سطحی می باشد. سه تیمار مدیریت آبیاری شامل حداکثر تخلیه مجاز رطوبت از خاک برابر ۴۰ درصد (W1)، ۶۰ درصد (W2) و ۸۰ درصد (W3) در قالب طرح آماری بلوک های کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال های ۹۲-۱۳۹۱ در دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. برای اعمال دقیق مدیریت آبیاری رطوبت خاک به طور روزانه با استفاده از دستگاه رطوبت سنج GMK-770S در عمق توسعه ریشه چمن اندازه گیری شد. شاخص های ظاهری چمن شامل رنگ، شدت رشد ارتفاعی، وزن تر، وزن خشک سبزینه و شاخص های رشد ریشه شامل تراکم حجمی، تراکم وزنی ریشه تازه و تراکم وزنی ریشه خشک، به صورت دوره ای برداشت شدند. این شاخص ها با آزمون چند دامنه ای دانکن مورد تحلیل قرار گرفت و نتایج حاصله نشان داد که تیمارهای آبیاری تاثیر معنی دار روی شاخص های رشد ریشه و اندام هوایی مورد بررسی نداشت. در عمق ۱۳-۵ سانتی متری بیشترین مقدار تراکم حجمی ریشه، تراکم وزنی ریشه تر و خشک به ترتیب در تیمار آبیاری W1، W2 و W3 مشاهده شد و به طور متوسط ۸۰/۱۴ درصد این سه شاخص در عمق ۵-۰ سانتی متر و ۱۹/۸۶ درصد آن در عمق ۱۳-۵ سانتی متر بود. بیشترین وزن خشک سبزینه با متوسط ۳/۹۳ گرم بر روز در تیمار آبیاری W1 و کمترین وزن خشک سبزینه با متوسط ۳/۲۱ گرم بر روز در تیمار آبیاری W3 مشاهده شد. به طور کلی نتایج دلالت بر آن داشت که افزایش مقدار ضریب تخلیه مجاز رطوبتی تا حدود ۸۰ درصد در بافت لوم رس سیلتی در سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی چمن موجب کاهش کمی در رشد اندام هوایی و ریشه چمن میکس اسپورت می شود. بنابراین افزایش ضریب تخلیه مجاز رطوبتی به عنوان یک راهکار مدیریتی در صرفه جویی مصرف آب در شرایط بحران آب با کمترین اثر منفی بر شاخص های ظاهری گیاه چمن می تواند مورد قبول قرار گیرد.

کلید واژه ها: تخلیه رطوبتی، آبیاری قطره ای، چمن، آب مورد نیاز.

## Effect of Maximum Allowable Depletion on Irrigation Use and Plant Parameters of Grass under Subsurface Drip Irrigation Management

F. Fazel<sup>1</sup>, M. Gheysari<sup>2\*</sup>, M. Mohammadian<sup>3</sup> and N. Etemadi<sup>4</sup>

1- Graduated Student, Irrigation and Drainage, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

2\*-Corresponding Author, Associate Professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

3-Graduated Student, Irrigation and Drainage, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran

4- Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

### Abstract

Maximum Allowable Depletion (MAD) by affecting on number of irrigation in growing season and irrigation use reduction can be used as a managerial tool to save water. The purpose of this study was to investigate the effect of MAD in irrigation interval, applied irrigation water, top and root growth of grass under subsurface drip irrigation system. Three irrigation treatments which were MAD equal to 40%(W1), 60%(W2), and 80%(W3) arranged in a randomized complete blocks statistical design with three replications in 2012 and 2013 in Isfahan University of Technology. The soil moisture was measured daily using Moisture Meter GMK-770S in the root zone depth of grass to manage irrigation. The apparent parameters and root parameters of grass were collected periodically. These parameters were analyzed by Duncan's multiple range test and the results showed that the irrigation treatments had no significant effect on the root growth parameters and top weight. In the depth of 0-13 cm the maximum root volumetric density and fresh and dry root weighted density were occurred in W1, W2 and W3 treatments, respectively. On the average, 80.14% of the mentioned parameters were in of 0-5 cm depth and 19.86% of them were in of 5-13 cm depth. The maximum (3.93g/day) and minimum (3.21/day) dry biomass were observed in W1 and W3 treatments, respectively. Overall, the results indicated that although the increment of MAD to 80% in a clay-loam soil slightly decreased the shoot and root growth of mix sport grass under a subsurface drip irrigation system, it is a reasonable management solution with the aim of conserving water in the water shortage condition which had the least negative effect on apparent parameters of grass.

**Keywords:** Maximum allowable depletion, Drip irrigation, Grass, Water use.

در گیاهان پوششی مختلف کمبود آب سبب کاهش سطح برگ، ارتفاع، وزن تر و خشک و وزن مخصوص برگ می‌گردد (شیانو<sup>۱</sup>، ۱۹۷۳؛ مارتینز و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴؛ سدرانس و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵). عکس العمل چمن به کم آبیاری در اقلیم‌های مختلف متفاوت می‌باشد، به طوری که آبیاری چمن اسپورت در اقلیم خشک و نیمه خشک با متوسط بارندگی کمتر از ۵۰۸ میلی‌متر در سال با تامین ۸۰ درصد نیاز تبخیر-تعرق (جیللت و همکاران<sup>۴</sup>، ۱۹۸۵) و همچنین آبیاری گونه فستوکا آروندیناسه با تامین ۵۰ درصد نیاز تبخیر-تعرق در اقلیم نیمه خشک با متوسط بارندگی ۳۵۰ میلی‌متر در سال (فرای و باتلر<sup>۵</sup>، ۱۹۸۹)، سبب کاهش ناچیز خصوصیات کیفی شده است. کاهش ۲۷ درصد نیاز تبخیر-تعرق علف کنتاکی پوا و فستوکا آروندیناسه در اقلیم نیمه خشک با متوسط بارندگی ۳۵۰ میلی‌متر در سال موجب کاهش ۱۰ درصد کیفیت گیاه شده است (فلاک و همکاران<sup>۶</sup>، ۱۹۸۳). با تامین ۷۵ درصد نیاز آبی چمن و ۲۵ درصد صرفه‌جویی در آب کاربردی کیفیت و رشد مطلوب چمن در ترکیه گزارش شده است (اسیکوز و همکاران<sup>۷</sup>، ۱۹۸۹). از طرفی تنش آبیاری شدید منجر به کاهش

### مقدمه

امروزه نیاز به وجود فضای سبز شهری و صنعتی بر هیچ کس پوشیده نیست و وجود فضای سبز یکی از شاخص‌های توسعه یافتگی جوامع به حساب می‌آید (جهانشاهی، ۱۳۹۲؛ صالحی فرد و علیزاده، ۱۳۸۷). اما در شرایط فعلی به دلیل کمبود منابع آب قابل دسترس، نگهداری و توسعه فضای سبز با مشکل رو به رو است. چمن به عنوان یکی از گیاهان پوششی فضای سبز دارای جنس، گونه و وارته‌های زیادی با نیازهای محیطی و مورفولوژی مختلف است. چمن اسپورت یکی از انواع چمن سردسیری است که از ترکیب سه گونه پوا پراتنسیس<sup>۱</sup>، لولیوم پرنه<sup>۲</sup> و فستوکا<sup>۳</sup> تشکیل شده است و در سطوح وسیعی در ایران کشت می‌شود. محدودیت منابع آب و هزینه نیروی انسانی برای آبیاری روزانه، از جمله مشکلات توسعه و نگهداری این چمن است. تعیین مقدار آب مورد نیاز، زمان و مدیریت صحیح آبیاری می‌تواند منجر به کاهش مصرف آب و فشار کمتر به منابع آب گردد. تخلیه مجاز رطوبت خاک متداول‌ترین معیار برای تعیین زمان آبیاری به شمار می‌آید که بیانگر بخشی از آب قابل تخلیه توسط گیاه در ناحیه توسعه ریشه است، به طوری که گیاه در فاصله دو آبیاری متوالی با تنش آبی مواجه نشود (خیرایی و همکاران، ۱۳۷۵).

- 4- Hsiao, T.C.
- 5- Martinez *et al.*
- 6- Sadrans *et al.*
- 7- Gibeault *et al.*
- 8- Fry and Butler
- 9- Feldhake *et al.*
- 10- Acikgoz *et al.*

- 1- Poa pratensis
- 2- Lolium preenne
- 3- Festuca rubra

مناطق مرکزی ایران کشت می شود، در این تحقیق چمن میکس اسپورت دائم در نه کرت و با تراکم بذر ۵۰ گرم بر متر مربع و به روش دستی در پانزدهم اردیبهشت کاشته شد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح مدیریت آبیاری شامل حداکثر تخلیه مجاز رطوبت از خاک منطقه توسعه ریشه برابر ۴۰ درصد (W1)، ۶۰ درصد (W2) و ۸۰ درصد (W3) بود، که در قالب طرح آماری بلوک های کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. آب مورد نیاز از سیستم آب شرب دانشگاه با هدایت الکتریکی برابر با ۰/۶ دسی زیمنس بر متر تأمین گردید.

### مشخصات طرح آزمایشی و سیستم آبیاری

ابعاد هر کرت آزمایشی ۱/۲×۳ متر و فاصله کرت های آزمایشی از یکدیگر یک متر بود. چهار خط لوله قطره چکان دار به فاصله ۳۰ سانتی متر در راستای طولی کرت در عمق هفت تا ۱۰ سانتی متری سطح خاک نصب شد. دو طرف لوله های قطره-چکان دار به دو لوله مانیفولد یکی در ابتدا و یکی در انتها متصل شد و یک سیستم حلقه ای ایجاد گردید (شکل ۱). شیر هوا در بالاترین رقوم ارتفاعی به منظور ورود هوا به داخل سیستم و جلوگیری از ایجاد فشار منفی نصب گردید. روی لوله نیمه اصلی از سه کنتور حجمی ۲۵ میلی متری برای کنترل آب دریافتی هر تیمار به همراه شیرهای قطع و وصل برای کنترل جریان در نظر گرفته شد. فشار سیستم به وسیله فشارسنج روغنی شش اتمسفر نصب شده در ابتدای لوله مانیفولد قرائت می گردید و برای تنظیم فشار از شیر فلکه نصب شده قبل از فشارسنج استفاده شد.

سیستم آبیاری شامل یک لوله نیمه اصلی با قطر اسمی ۳۲ میلی متر و مانیفولدهایی به قطر اسمی ۱۶ میلی متر بود. از طریق سیستم مذکور آب به ابتدای لوله های آبیاری قطره ای زیرسطحی هدایت می گردید. لوله قطره چکان دار با فاصله قطره چکان ۵۰ سانتی متر و دبی قطره چکان ۳/۵ لیتر در ساعت (شرکت نتافیم<sup>۴</sup>، لوله قطره چکان دار تنظیم فشاری یونیرم<sup>۵</sup>) استفاده شد.

ضریب تغییرات ساخت لوله ی قطره چکان دار از طریق اندازه گیری دبی ۵۰ قطره چکان در فشار مشخص (کلر و بلنسیر<sup>۶</sup>، ۱۹۹۰) محاسبه گردید که برابر ۰/۰۳ بود.

رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در عمق های ۱۰- و ۲۰- سانتی متری در طی دوره رشد با استفاده از دستگاه رطوبت سنج (مدل GMK-770S شرکت جی-ون<sup>۷</sup> کره) و روش نمونه گیری از خاک به وسیله مته اندازه گیری شد. زمان و مقدار آبیاری بر اساس داده های قرائت شده از دستگاه و با هدف جایگزین نمودن کمبود آب خاک تا حد ظرفیت زراعی تعیین شد. میزان آب کاربردی هر تیمار در هر آبیاری توسط کنتور اندازه گیری شد.

یکنواختی، درصد پوشش سطح چمن، رشد و وزن خشک ریشه می گردد (بستاگ و بایوکتش<sup>۱</sup>، ۲۰۰۳).

طراحی فضای سبز در مناطق خشک باید به گونه ای باشد که منجر به حفظ و نگهداری آب گردد و راندمان کاربرد آب بالا باشد (فورت و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸). لذا استفاده صحیح از منابع آب و سیستمی با بهره وری بالا و ارایه راهکارهایی برای کاهش آب مصرفی ضروری است. مطالعات نشان داده است که کم آبیاری مناسب در محصولات مختلف بدون اینکه عملکرد را شدیداً کاهش دهد باعث افزایش کارایی مصرف آب می گردد (رحیمیان و اسدی، ۱۳۷۹؛ گریتز و ریز<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹).

آبیاری قطره ای زیرسطحی با تأمین آب در منطقه توسعه ریشه و کاهش تلفات ناشی از تبخیر، می تواند روش مناسبی برای حفظ و توسعه فضای سبز شهری باشد. در حال حاضر به دلیل کمبود منابع آب استفاده از سیستم های آبیاری قطره ای زیر سطحی برای چمن مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اینکه شدت تبخیر در مناطق خشک و نیمه خشک ایران زیاد است در صورتی که محدودیت خاک وجود نداشته باشد با کاهش تعداد آبیاری یا افزایش دور آبیاری، به دلیل کاهش تعداد روزهایی که سطح خاک خیس است، مقدار آب آبیاری کاهش خواهد یافت و این امر می تواند موجب صرفه جویی در مصرف آب شود. از طرفی در سیستم توزیع آب فضای سبز شهری و صنعتی از نظر زمان تحویل و مقدار آب محدودیت وجود دارد، لذا ضرورت دارد بهترین مدیریت آبیاری چمن با هدف کاهش آب مصرفی و افزایش شادابی چمن در سیستم آبیاری زیر سطحی مورد بررسی قرار گیرد. عمق کم ریشه چمن سبب کاهش مقدار حداکثر عمق آب آبیاری می شود و در نتیجه دور آبیاری کاهش می یابد. در این راستا بررسی اثر دور آبیاری بر مقدار آب مصرفی به منظور مدیریت صحیح آبیاری در شرایط بحران آب ضروری است. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر ضریب تخلیه مجاز رطوبت از خاک بر دور آبیاری، میزان آب کاربردی و شاخص های رشدی و ریشه گیاه چمن در سیستم آبیاری قطره ای زیرسطحی در بافت خاک لوم رس سیلتی بود.

### مواد و روش ها

#### مشخصات محل اجرای آزمایش

این پژوهش در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۵۱°۲۸ شرقی و ۳۲°۲ شمالی در زمینی به مساحت ۱۸۰ متر مربع در خاک با بافت لوم رس سیلتی انجام شد (جدول ۱). این منطقه بر اساس تقسیم بندی ترنت وایت دارای آب و هوای خشک می باشد. با توجه به اینکه چمن میکس اسپورت در سطح وسیعی از

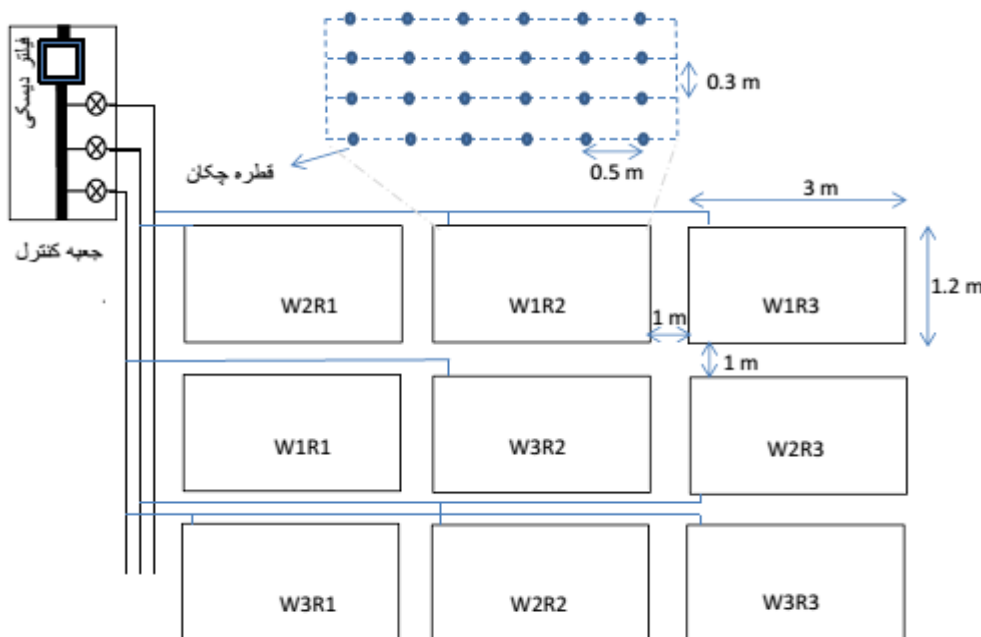
4- Netafim  
5- UniRam  
6- Keller and Blensner  
7- G-VON

1- Bastug and Buyuktas  
2- Fort et al.  
3- Greetns an Raes

فاضل و همکاران: تأثیر ضریب تخلیه مجاز رطوبتی بر نیاز آبیاری...

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	رطوبت در حد ظرفیت مزرعه (سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب)	رطوبت در حد نقطه پژمردگی (سانتی متر مکعب بر سانتی متر مکعب)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
لوم رسی	۱/۸	۰/۳۳	۰/۱۷	۱/۳۵



W1: تیمار آبیاری با تخلیه مجاز رطوبت ۴۰ درصد  
 W2: تیمار آبیاری با تخلیه مجاز رطوبت ۶۰ درصد  
 W3: تیمار آبیاری با تخلیه مجاز رطوبت ۸۰ درصد  
 R3، R2 و R1: تکرار

شکل ۱- نقشه ی اجرای تیمارهای آزمایشی در مزرعه

$$D_{ir(MAD=\alpha)} = \sum_{i=1}^2 (\theta_{FC} - \theta_i) \times D_i \quad (2)$$

که در این رابطه،  $D_{ir(MAD=\alpha)}$ : عمق آب آبیاری در تیمارهای آبیاری برای مقدار ضریب تخلیه مجاز رطوبتی برابر با  $\alpha$  می باشد و  $D_i$  و  $\theta_i$ : به ترتیب عمق و رطوبت اندازه گیری شده عمق لایه  $i$  ام خاک (سانتی متر) می باشد. بنابراین مقدار آب کاربردی و دور آبیاری در تیمارهای مختلف آبیاری متفاوت بود. در این تحقیق از زمان کاشت تا استقرار کامل گیاه که حدود سی روز بود با توجه به پتانسیل تبخیر منطقه آب به صورت سطحی در دسترس گیاه قرار گرفت.

### برنامه ریزی آبیاری

برای تعیین زمان و مقدار آبیاری در مراحل مختلف رشد در تیمارهای آبیاری، زمانی که میانگین وزنی رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه به  $(1 \pm 0.05)\theta_{MAD = \alpha}$  رسید (رابطه ۱)، آبیاری صورت می گرفت (قیصری و همکاران، ۲۰۱۵):

$$\theta_{MAD=\alpha} = \theta_{FC} - (\theta_{FC} - \theta_{PWP}) \times \alpha \quad (1)$$

در رابطه فوق،  $\theta_{FC}$  و  $\theta_{PWP}$ : به ترتیب رطوبت حجمی خاک در حد ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم می باشد. مقدار  $\alpha$  در تیمارهای آبیاری W1، W2 و W3 به ترتیب برابر ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ بود. عمق آب آبیاری از رابطه ۲ محاسبه شد (قیصری و همکاران، ۲۰۱۵):

## جدول ۲- تجزیه واریانس اثر مدیریت آبیاری و عمق نمونه برداری بر شاخص های رشد ریشه چمن میکس اسپورت برای اسفند ماه ۱۳۹۱ و اردیبهشت ماه ۱۳۹۲

میانگین مربعات			درجه آزادی	تیمار	سال
تراکم وزنی ریشه خشک (کیلوگرم بر متر مکعب)	تراکم وزنی ریشه تازه (کیلوگرم بر متر مکعب)	تراکم حجمی ریشه (متر مکعب بر متر مکعب)			
۱۰/۴ ns	۱۹۷/۵ ns	۰/۰۰۰۰۳ ns	۲	W	
۲۲۷/۱ **	۴۹۸۷/۲ **	۰/۰۰۲۹۴ **	۲	Z	۱۳۹۱
۸/۸ ns	۲۲۲/۸ ns	۰/۰۰۰۰۱ ns	۴	W*Z	
۸/۱*	۱۱۴/۴ ns	۰/۰۰۰۱۴ ns	۲	W	۱۳۹۲
۵۱/۲ **	۲۶۴۲/۸ **	۰/۰۰۲۶۹ **	۲	Z	۱۳۹۲
۳/۳ *	۷۲/۲ ns	۰/۰۰۰۰۷ ns	۴	W*Z	

\*\* معنی دار در سطح احتمال یک درصد، \* معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و ns: غیر معنی دار، W: مدیریت آبیاری و Z: عمق نمونه گیری

### شاخص های اندازه گیری شده

رنگ چمن بر اساس دستورالعمل NTEP<sup>۱</sup> به عنوان صفت ظاهری چمن هشت مرتبه اندازه گیری شد. به طوری که عدد یک برای رنگ زرد و عدد نه برای رنگ سبز پررنگ استفاده شد، در این دسته بندی عدد کمتر از شش نامناسب به حساب می آید (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶). شدت رشد وزنی سبزینه تر و سبزینه خشک (روابط ۳ و ۴) در طی دوره رشد پنج بار و شدت رشد ارتفاع چمن (رابطه ۵)، هشت بار اندازه گیری شد. برای تعیین خصوصیات ریشه نه ماه پس از کاشت در ماه اسفند و یازده ماه پس از کاشت در اردیبهشت از روش نمونه گیری از خاک به وسیله استوانه با حجم مشخص استفاده شد (بوهم و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۷۷). در اعماق ۵-۱۳ و ۱۳-۵ سانتی متری تراکم وزنی ریشه تازه و خشک و حجم ریشه تازه دو مرتبه اندازه گیری شد (روابط ۶، ۷ و ۸):

$$WR_d = \frac{W_d}{p} \quad (3)$$

$$WR_w = \frac{W_w}{p} \quad (4)$$

$$LR = \frac{L}{p} \quad (5)$$

$$RVD = \frac{RV}{V} \quad (6)$$

$$DRW = \frac{RW_d}{V} \quad (7)$$

$$MRW = \frac{RW_w}{V} \quad (8)$$

در روابط فوق،  $WR_d$ : شدت رشد وزنی سبزینه خشک چمن (گرم بر روز)،  $WR_w$ : شدت رشد وزنی سبزینه تازه چمن (گرم بر روز)،  $W_d$ : وزن سبزینه خشک چمن (گرم)،  $W_w$ : وزن سبزینه تازه چمن (گرم)،  $p$ : مدت زمان رشد سبزینه (روز)،  $LR$ : شدت رشد طولی چمن (سانتی متر بر روز)،  $L$ : میزان رشد ارتفاعی چمن (سانتی متر)،  $RVD$ : تراکم حجمی ریشه،  $DRW$ : تراکم وزنی ریشه خشک (کیلوگرم بر مترمکعب)،  $MRW$ : تراکم وزنی ریشه تازه (کیلوگرم بر مترمکعب)،  $RV$ : حجم ریشه موجود در استوانه نمونه برداری (مترمکعب)،  $V$ : حجم استوانه نمونه برداری (مترمکعب)،  $WR_d$ : وزن ریشه خشک موجود در استوانه نمونه برداری (کیلوگرم)،  $WR_w$ : وزن ریشه تازه موجود در استوانه نمونه برداری (کیلوگرم) می باشند.

شاخص های گیاهی برداشت شده طبق طرح آماری بلوک کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین ها به وسیله آزمون دانکن انجام شد.

### نتایج و بحث

#### تراکم حجمی ریشه، تراکم وزنی ریشه تر و تراکم وزنی ریشه خشک

نتایج تجزیه واریانس ریشه در اسفند ماه ۱۳۹۱ و اردیبهشت ماه ۱۳۹۲ نشان داد که تراکم حجمی ریشه، تراکم وزنی ریشه تازه و تراکم وزنی ریشه خشک چمن در اعماق مختلف، تفاوت معنی دار داشت. اما تأثیر مدیریت آبیاری و اثر متقابل مدیریت- عمق بر شاخص های فوق معنی دار نبود (جدول ۲).

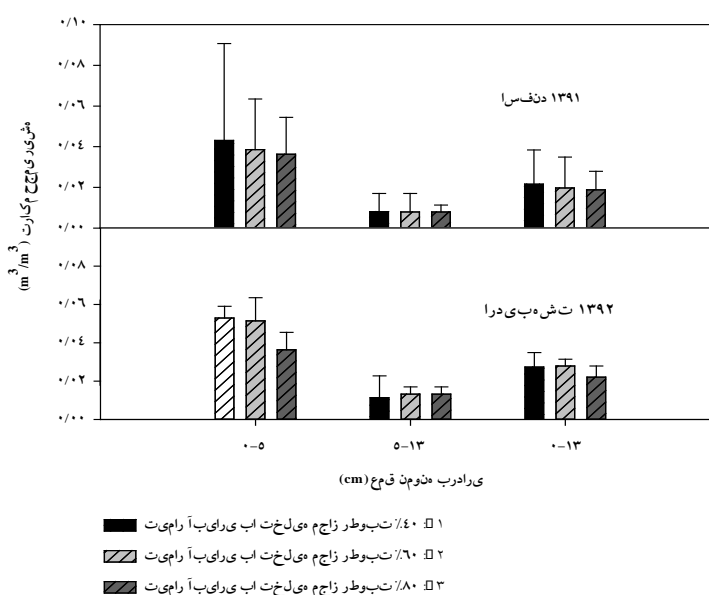
1- NTEP  
2- Bohm et al.

فاضل و همکاران: تأثیر ضریب تخلیه مجاز رطوبتی بر نیاز آبیاری...

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل مدیریت آبیاری و عمق نمونه برداری بر شاخص های رشد ریشه چمن میکس اسپورت برای اسفند ماه ۱۳۹۱ و برای اردیبهشت ماه ۱۳۹۲

۱۳۹۲			۱۳۹۱			Z(cm)	تیمار
MRW	DRW	RVD	MRW	DRW	RVD		
۵۱/۳ <sup>a</sup>	۸/۷۹ <sup>a</sup>	۰/۰۵۳ <sup>a</sup>	۶۷/۱ <sup>a</sup>	۱۳/۲۰ <sup>a</sup>	۰/۰۴۳ <sup>a</sup>	Z <sub>۱</sub>	W1
۹/۱ <sup>d</sup>	۲/۲۵ <sup>c</sup>	۰/۰۱۱ <sup>d</sup>	۹/۹ <sup>f</sup>	۱/۶۰ <sup>d</sup>	۰/۰۰۸ <sup>d</sup>	Z <sub>۲</sub>	
۴۶/۸ <sup>a</sup>	۷/۵۰ <sup>a</sup>	۰/۰۵۱ <sup>a</sup>	۴۹/۱ <sup>b</sup>	۱۰/۷۰ <sup>ab</sup>	۰/۰۲۸ <sup>ab</sup>	Z <sub>۱</sub>	
۱۰/۴ <sup>d</sup>	۲/۲۹ <sup>c</sup>	۰/۰۱۳ <sup>dc</sup>	۱۴/۱ <sup>ef</sup>	۲/۱۴ <sup>d</sup>	۰/۰۰۸ <sup>d</sup>	Z <sub>۲</sub>	W2
۳۴/۳ <sup>b</sup>	۴/۷۲ <sup>b</sup>	۰/۰۳۶ <sup>ab</sup>	۴۴/۳ <sup>bc</sup>	۸/۱۶ <sup>bc</sup>	۰/۰۳۶ <sup>abc</sup>	Z <sub>۱</sub>	W3
۱۱/۱ <sup>d</sup>	۲/۲۹ <sup>c</sup>	۰/۰۱۳ <sup>dc</sup>	۱۵/۱ <sup>def</sup>	۲/۴۵ <sup>d</sup>	۰/۰۰۸ <sup>d</sup>	Z <sub>۲</sub>	

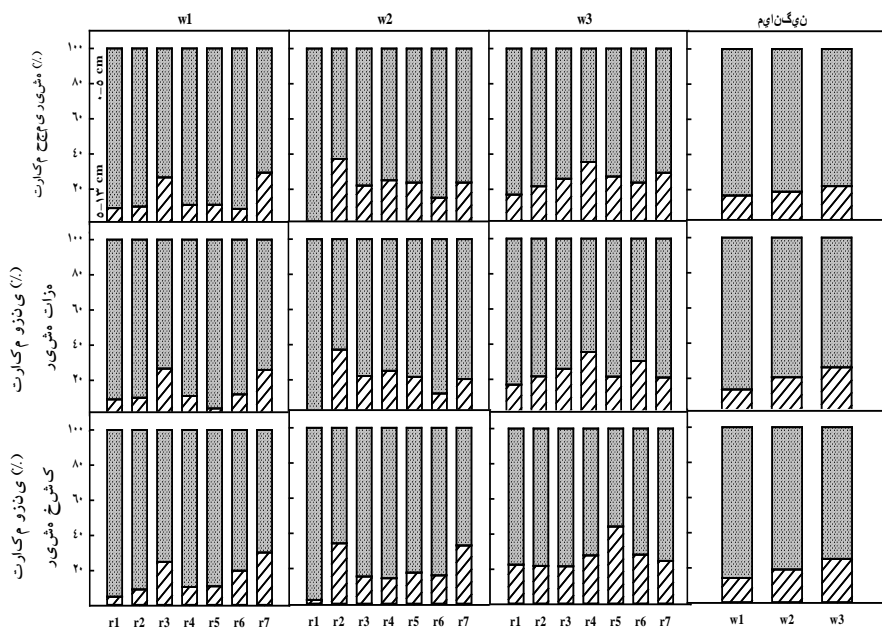
RVD: تراکم ریشه بر حسب متر مکعب ریشه بر متر مکعب خاک؛ DRW: تراکم وزنی ریشه خشک بر حسب کیلوگرم ریشه بر متر مکعب خاک؛ MRW: تراکم وزنی ریشه تر بر حسب کیلوگرم ریشه بر متر مکعب خاک؛ Z<sub>1</sub>: عمق نمونه برداری (۵-۰ سانتی متر)؛ Z<sub>2</sub>: عمق نمونه برداری (۱۳-۰ سانتی متر). میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند



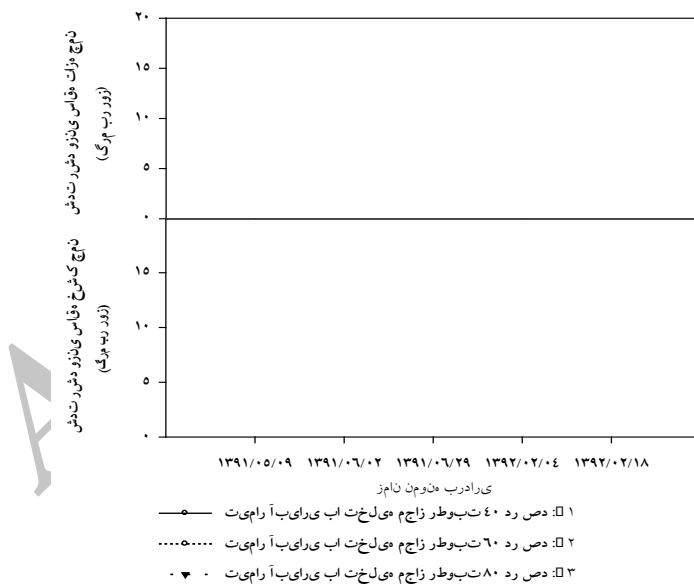
شکل ۲- تراکم حجمی ریشه چمن برای سه عمق نمونه برداری و سه مدیریت آبیاری در ماه اسفند و اردیبهشت بر حسب متر مکعب ریشه بر متر مکعب خاک (هر عدد میانگین سه نمونه گیری از گیاه می باشد)

W1 در عمق ۰ تا ۵ سانتی متر بود. به طور متوسط ۸۰/۸۳ درصد از حجم ریشه در عمق ۵-۰ سانتی متری و ۱۹/۱۷ درصد از حجم ریشه در عمق ۵-۱۳ سانتی متری مشاهده شد (شکل ۳). به همین ترتیب برای تراکم وزنی ریشه خشک و تازه چمن ۷۹/۲۳ و ۸۰/۳۵ درصد در عمق ۵-۰ سانتی متری و ۲۰/۷۷ و ۱۹/۶۵ درصد در عمق ۵-۱۳ سانتی متری قرار داشت. که این نتایج بیانگر توزیع سطحی ریشه و کاهش توسعه ریشه در عمق دوم (در اطراف قطره چکان ها) است که به دلیل نفوذ عمقی آب کمتر و سطح خاک مرطوب تر در تیمار W1 بود.

نتایج مقایسه میانگین برای دو تاریخ اندازه گیری شده نشان داد که بالاترین تراکم حجمی ریشه در عمق ۵-۰ سانتی متر تیمار W1 و کمترین تراکم حجمی ریشه در عمق ۵-۱۳ سانتی متری تیمار W3 مشاهده شد (جدول ۳). به طور کلی در کل عمق توسعه ریشه (در عمق ۰-۱۳ سانتی متری)، بیشترین مقدار تراکم حجمی ریشه، تراکم وزنی ریشه تر و خشک به ترتیب در تیمار آبیاری W1، W2 و W3 مشاهده شد (شکل ۲). متوسط بیشترین مقدار تراکم حجمی ریشه برابر ۰/۰۵۳ (متر مکعب بر متر مکعب)، تراکم وزنی ریشه تر برابر ۶۷/۱ (کیلوگرم بر متر مکعب) و تراکم وزنی ریشه خشک ۱۳/۲۰ (کیلوگرم بر متر مکعب) در دو فصل اندازه گیری در تیمار



شکل ۳- نسبت تراکم حجمی، تراکم وزنی ریشه تازه و خشک چمن در اعماق ۰-۵ و ۵-۱۳ و ۱۳-۳۰ سانتی متری به کل عمق (۱۳-۰ سانتی متر) برای سه مدیریت آبیاری (۲: تکرارهای اندازه گیری است) در سال های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲



شکل ۴- شدت رشد وزن تر و خشک سبزینه چمن برای سه مدیریت آبیاری در طی زمان بر حسب گرم بر روز، (هر عدد میانگین سه نمونه گیری از گیاه می باشد)

ریشه شده است (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶؛ هانگ و فرای<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸؛ هانگ و همکاران<sup>۲</sup>، ۱۹۹۸).

اعمال کم آبیاری برای چمن علاوه بر صرفه جویی در مصرف آب، موجب کاهش شاخص های تراکم ریشه در اطراف قطره چکان ها شد. سایر محققان گزارش کردند که در گیاه فسکیوی بلند و چمن اسپرت با وجود متغیر بودن رشد طولی ریشه در اثر تنش خشکی، افزایش تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک

1- Haung and Fry  
2- Haung et al.

### شدت رشد وزنی سبزینه تر و خشک چمن

طبق نتایج مقایسه میانگین، مدیریت آبیاری تأثیر معنی‌دار بر شدت رشد وزنی سبزینه تر و خشک چمن نداشته است. بیشترین مقدار شدت رشد وزنی سبزینه تر و خشک چمن در تیمار W1 مشاهده شد. همچنین شدت رشد وزنی سبزینه تر و خشک چمن همان طور که برای چمن‌های سردسیری انتظار می‌رود، در ماه‌های ابتدای سال با متوسط دمای ۱۵/۹۳ درجه سانتی‌گراد چندین برابر شدت رشد آن در مرداد و شهریور ماه با متوسط دمای ۲۶/۵۶ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر زمان در رشد رویشی چمن می‌باشد (شکل ۴). افزایش ضریب تخلیه مجاز رطوبت خاک موجب کاهش رشد سبزینه چمن شد ولی با اعمال آبیاری مناسب رشد سبزینه بدون کاهش چشمگیر در زیبایی آن در حد مطلوب حفظ شد. یافته‌های این تحقیق با نتایج سایر محققان که بیان کردند کاهش رطوبت قابل دسترس گیاه موجب کاهش رشد سبزینه می‌شود و شرایط رطوبت بالا منجر به حداکثر رشد چمن می‌گردد (بیکر و ریچاردز، ۱۹۸۳) هم خوانی دارد. علاوه بر این کاهش وزن خشک و تر سبزینه چمن اسپورت تحت تأثیر افزایش دور آبیاری، قبلاً گزارش شده است (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶ و شیخ مرادی و همکاران، ۱۳۹۰).

### ارتفاع چمن

بر اساس نتایج مقایسه میانگین شدت رشد ارتفاع چمن نیز تحت تأثیر مدیریت‌های متفاوت آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشت. بیشترین شدت رشد ارتفاعی با میانگین ۰/۳۵۸ سانتی‌متر بر روز در تیمار W1 و کمترین شدت رشد ارتفاعی با میانگین ۰/۳۱۱ در تیمار W3 مشاهده شد (جدول ۴). برای رشد ارتفاعی نیز مانند رشد وزنی تفاوت رشد در طی زمان مشاهده شد به طوری که شدت رشد ارتفاعی چمن در ماه‌های اول سال چندین برابر شدت رشد ارتفاع چمن در ماه‌های مرداد و شهریور می‌باشد. افزایش ضریب تخلیه مجاز رطوبت خاک موجب کاهش ارتفاع چمن می‌شود. به دلیل هزینه بالای چمن زنی میزان کاهش ارتفاع موجود یک خصوصیت مثبت به شمار می‌رود. کاهش ارتفاع گیاه تحت تأثیر تنش در سایر گیاهان و چمن گزارش شده است و کاهش ارتفاع گیاه تحت تأثیر تنش آبی به دلیل کاهش رشد طولی سلول‌های مریستمی است (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶ و شیخ مرادی و همکاران، ۱۳۹۰). در شرایط تنش آبی به دلیل ضخیم تر شدن دیواره‌های سلولی، تقسیم سلولی و طول شدن آن‌ها در تمامی ابعاد کاهش می‌یابد (لوکوویچ و همکاران، ۲۰۰۹).

### رنگ چمن

نتایج نشان داد که رنگ چمن تحت تأثیر مدیریت‌های آبیاری تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۵). شاخص رنگ در تمام تیمارها در حد مطلوب (بیشتر از ۶) بود، با این وجود بالاترین کیفیت رنگ در تیمار W1 و کمترین کیفیت رنگ در تیمار W3 حاصل شد. برای شاخص رنگ نیز مانند شاخص‌های قبل کیفیت بالاتری در ماه‌های ابتدای سال نسبت به ماه‌های مرداد و شهریور مشاهده شد.

افزایش مقدار ضریب تخلیه مجاز رطوبتی در مدیریت آبیاری باعث کاهش کیفیت رنگ شده است، اما اگر در هر آبیاری کمبود آب خاک در منطقه توسعه ریشه تا حد ظرفیت مزرعه تأمین شود کاهش کیفیت رنگ تفاوت معنی‌دار نخواهد داشت. طبق تحقیقات انجام شده تنش جزئی خشکی احتمالاً با کاهش رشد و تیره تر شدن رنگ، در بهبود کیفیت رنگ چمن موثر است با این حال تنش بیش از حد ممکن است کاهش کلروفیل و کاهش کیفیت و رنگ چمن را همراه داشته باشد (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶؛ بیکر و ریچاردز، ۱۹۸۳).

### میزان آب مصرفی

در این تحقیق در هر آبیاری گیاه به میزان کمبود رطوبت خاک تا ظرفیت زراعی آبیاری گردید اما میزان تخلیه مجاز آب خاک در تیمارهای مختلف متفاوت بود، با افزایش دور آبیاری میزان آب مصرفی چمن کاهش پیدا کرد به طوری که در تیمار W3 نسبت به W1 در یک سال حدود ۵۰۰ میلی‌متر کاهش در میزان آب مصرفی مشاهده شد (شکل ۵). آب مصرفی در تیمار W2 و W3، به ترتیب ۸۴/۴ و ۷۰/۵۲ درصد W1 بود. اندازه‌گیری روزانه رطوبت خاک و آبیاری به میزان کمبود رطوبت خاک از ظرفیت زراعی موجب گردید که تیمارهای W1، W2 و W3 به ترتیب به طور متوسط با دور ۲، ۳ و ۴ روز آبیاری شوند. کاهش دور آبیاری در تیمار W1 یا افزایش تعداد روزهای آبیاری نسبت به دو تیمار دیگر سبب شد آب بیشتر در معرض تبخیر سطحی قرار گیرد و تلفات بیشتری داشته باشد. همچنین در تیمار W1 به دلیل افزایش آب کاربردی رشد اندام هوایی و ریشه گیاه و به تبع آن تبخیر-تعرق و نیاز آبی در مقایسه با تیمار W2 و W3 افزایش یافت.





مختلف برای شاخص های ریشه، اندام هوایی و کیفیت رنگ چمن میکس اسپورت مشاهده نشد و در تمام تیمارها شاخص های ظاهری چمن در حد قابل قبول بود. با افزایش ضریب تخلیه مجاز رطوبتی دور آبیاری افزایش و رشد گیاه کاهش یافت و عوامل فوق سبب کاهش میزان آب مصرفی شدند. افزایش ضریب تخلیه مجاز رطوبتی در مدیریت آبیاری چمن در سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی در بافت خاک لوم رس با کاهش تلفات تبخیر سطحی و کاهش رشد اندام هوایی موجب صرفه جویی در مصرف آب بدون تأثیر منفی بر ظاهر و رشد گیاه چمن میکس اسپورت شد. پیشنهاد می شود که در شرایط اقلیمی خشک مشابه اصفهان برای آبیاری چمن میکس اسپورت از سیستم آبیاری قطره ای زیرسطحی با دور آبیاری چهار روز استفاده شود تا از این طریق تلفات تبخیر کاهش یابد، مشروط بر آنکه در هر بار آبیاری گیاه به مقدار مورد نیاز (تأمین کمبود آب خاک تا حد ظرفیت مزرعه در عمق توسعه ریشه) آب دریافت کند. طولانی شدن دور آبیاری سبب تحریک بیشتر ریشه برای حرکت به سمت قطره چکان ها می شود، لذا پیشنهاد می شود گرفتگی قطره چکان ها و حرکت ریشه به سمت قطره چکان ها در شرایط آزمایش بررسی شود.

شد (فلداک و همکاران، ۱۹۸۳). تیمارهای آبیاری تأثیر معنی دار در میزان صفات کمی و کیفی چمن نداشت. دلیل آن را می توان به نحوی توزیع آب در سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی جستجو کرد. سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی با سیستم های آبیاری سطحی تفاوت اساسی در مقدار تبخیر از سطح دارد و تمام آب در منطقه توسعه ریشه توزیع می شود. این موضوع سبب شده است با اعمال مدیریت های تنش اگرچه مقدار شاخص های رشدی چمن کاهش یافته است، اما این تفاوت ها معنی دار نباشد. افزایش رشد چمن و وزن تر اندام هوایی هزینه کارگری چمن زنی را در بر خواهد داشت از این رو آبیاری هر روزه برای کشت چمن قابل توصیه نیست. جهت صرفه جویی در مصرف آب همزمان با بهبود کیفیت چمن و کاهش رشد چمن در فضای سبز شهری، آبیاری چهار روز یک بار به جای آبیاری هر روزه در سیستم آبیاری قطره ای زیر سطحی پیشنهاد می گردد که با یافته های حاصله از نتایج سایر محققان تطابق دارد. (ستاری و همکاران، ۱۳۸۶).

### نتیجه گیری

افزایش ضریب تخلیه مجاز رطوبتی موجب کاهش تمام شاخص های رشدی چمن شد اما تفاوت معنی دار بین تیمارهای

### منابع

- ۱- جهانشاهی، ه. ۱۳۹۲. بررسی نقش فضای سبز در توسعه پایدار شهری. نخستین کنفرانس بین المللی اکولوژی سیمای سرزمین اصفهان. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۲- خیرابی، ج.، توکلی، ع.ر.، انتصاری، م.ر. و سلامت، ع.ر. ۱۳۷۵. دستورالعمل های کم آبیاری. گروه کار آب مورد نیاز گیاهان و مدیریت محصولات زراعی کمیته ملی آبیاری و زهکشی. ۲: ۲۱۸ صفحه
- ۳- رحیمیان، م.ح. و اسدی، ج. ۱۳۷۹. تأثیر تنش آبی بر عملکرد کمی و کیفی چغندر و تعیین تابع تولید ضریب گیاهی آن. مجله خاک و آب ویژه نامه آبیاری. ۱۱(۳): ۶۳-۵۸.
- ۴- ستاری، م.، رزمجو، خ. نجفی، پ. و اعتمادی، ن. ۱۳۸۶. اثر ترکیبات خاک و رژیم های آبیاری بر رشد و کیفیت چمن اسپورت در اصفهان. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. ۳ (۱): ۴۵-۵۶.
- ۵- شیخ مرادی، ف.، ارجی، ع. اسماعیلی، ا. و عیدوسی، و. ۱۳۹۰. بررسی اثر دور آبیاری و پلیمر سوپر جاذب روی برخی خصوصیات کیفی چمن اسپورت. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵(۲): ۱۷۷-۱۷۰.
- ۶- صالحی فرد، م. و علیزاده، س.د. ۱۳۸۷. تحلیلی بر ابعاد اجتماعی روانشناختی فضاهای سبز در شهرها. فصلنامه مدیریت شهری. ۲۱: ۳۱-۳۰.
- 7- Acikgoz, E., Turgut, I. and H. Ekiz. 1989. Variation of seed yield and its components in common vetch *Vicia sativa* L. under different conditions. Proceedings of the XVI International Grassland Congress. 4-11 October 1989. Nice France pp. 641-642.
- 8- Baker, S.W. and C.W. Richards. 1983. The effect of root zone composition and surface moisture content on the speed of bowling greens. Journal of Sports Turf Research Institute, 69:31-37.
- 9- Bastug, R. and D. Buyuktas. 2003. The effect of different irrigation levels applied in golf courses on some quality characteristics of turf grass. Irrigation Science, 22:87-93.

- 10-Bohm, W., Maduakor, H. and H.M. Taylor. 1977. Comparison of five methods characterizing soybean rooting density and development. *Agronomy Journal*, 69: 415-419.
- 11-Feldhake, C.M., Danielson, R.E. and J.D. Butler. 1983. Turf grass evapotranspiration in factors influencing rate in urban environments. *Agronomy Journal*, 75:824-830.
- 12-Fort, C., Muller, F., Label, P., Granier, A. and E. Dreyer. 1998. Stomatal conductance, growth and root signaling in *Betula pendula* seedlings subjected to partial soil drying. *Tree Physiology*, 18:769-776.
- 13-Fry, J.D. and J.D. Butler. 1989. Responses of tall and hard fescue to deficit irrigation. *Crop Science*, 29:1536-1541.
- 14-Geerts, S. and D. Raes. 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management*, 96(9):1275-1284.
- 15-Gheysari, M., Loescher, H.W., Sadeghi, S.H., Mirlatifi, S.M., Zareian, M.J. and G. Hoogenboom. 2015. Water-yield relations and water use efficiency of maize under nitrogen fertigation for semiarid environments: experiment and synthesis. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Advances in Agronomy*, pp. 175-229.
- 16-Gibeault, V.A. Meyer, J.L. Younger, V.B. and S.T. Cockerham. 1985. Irrigation of Turfgrass below Replacement of Evapotranspiration as a Means of Water Conservation: Performance of Commonly Used Turfgrasses. In F. Lemaire (Ed) Proc. 5<sup>th</sup> Int. Turfgrass Res. Conf. Avignon, France. 1-5 July. pp. 347-356.
- 17-Hsiao, T.C. 1973. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, 24:519-570.
- 18-Huang, B. and J.D. Fry. 1998. Root anatomical, physiological and morphological responses to drought stress for tall fescue cultivars. *Crop Science*, 38:1017-1022.
- 19-Huang, B., Liu, X. and J. Fry. 1998. Effects of high temperature and poor soil aeration on root growth and viability of creeping bentgrass. *Crop Science*, 38:1618-1622.
- 20-Keller, J. and R.D. Blensner. 1990. Sprinkle and trickle irrigation. New York, Van Nostrand Reinhold. 673.p.
- 21-Lukovic, J., Maksimovi, I., Zoric, L., Nagl, N., Percic, M., Polic, D. and M. Putnik Delic. 2009. Histological characteristics of sugar beet leaves potentially linked to drought tolerance. *Industrial Crops and Products*, 30: 281-286.
- 22-Martinez, J.P., Lutts, S., Schanck, A., Bajji, M. and J.M. Kinet. 2004. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L? *Journal of plant physiology*, 161:1041-1051.
- 23-Sadrans, J., Roda, F. and J. Renuelas. 2005. Effects of water and a nutrient pulse supply on *Rosmarinus officinalis* growth nutrient content and flowering in the field. *Environmental and Experimental Botany*, 53:1-11.